

CLIPPEDIMAGE= JP408080099A  
PAT-NO: JP408080099A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08080099 A  
TITLE: CONTROLLER OF INDUCTION MOTOR

PUBN-DATE: March 22, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
NOGUCHI, TOSHIHIKO  
TAKAHASHI, ISAO  
OMORI, YOICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NOGUCHI TOSHIHIKO	N/A
TAKAHASHI ISAO	N/A
TOYO ELECTRIC MFG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP06214726

APPL-DATE: September 8, 1994

INT-CL\_(IPC): H02P021/00

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve accuracy in torque computation by seeking the secondary resistance value, which nullifies the difference between the reactive power value computed as the vector product of a primary voltage vector and a primary current vector and the reactive power value computed as the vector product of the magnetic flux derivative of the output of a magnetic flux computing means and the primary current vector, and outputting it to a magnetic flux operation means.

CONSTITUTION: A voltage detector 11 detects the primary voltage of each phase of an induction motor 3 driven by a PWM inverter 1 and converts it into primary voltage vector  $V_{1d-q}$  on the static coordinate of d-q, and the first reactive power computing element 9 computes a reactive power  $Q_{1d-q}$  from a primary voltage vector  $V_{1d-q}$  and a primary current vector  $i_{1d-q}$  outputted by a current detector 2. A second reactive power computing element 8 computes a reactive power  $Q_{2d-q}$  from a primary interlinkage vector  $\psi_{1d-q}$  and the primary current vector  $i_{1d-q}$  outputted by a magnetic flux computing element 5', and a secondary resistance adjuster 10 computes a secondary resistance value  $R_{2d-q}$  from the reactive powers  $Q_{1d-q}$  and  $Q_{2d-q}$ , and the magnetic flux computing element 5' computes the primary interlinked magnetic flux vector  $\psi_{1d-q}$  being compensated by the amount of temperature change of the secondary value, using this secondary resistance value  $R_{2d-q}$ .

COPYRIGHT: (C)1996, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-80099

(43)公開日 平成8年(1996)3月22日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 02 P 21/00

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 02 P 5/ 408

D  
H

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全5頁)

(21)出願番号

特願平6-214726

(22)出願日

平成6年(1994)9月8日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成6年3月29日～  
3月31日、社団法人電気学会主催の「平成6年電気学会  
全国大会」において文書をもって発表

(71)出願人 594151379

野口 敏彦

新潟県長岡市深沢町1796-1

(71)出願人 000168850

高橋 熊

新潟県長岡市北山町4丁目463番地

(71)出願人 000003115

東洋電機製造株式会社

東京都中央区八重洲2丁目7番2号

(72)発明者 野口 敏彦

新潟県長岡市深沢町1796-1

(74)代理人 弁理士 杉村 晓秀 (外5名)

最終頁に続く

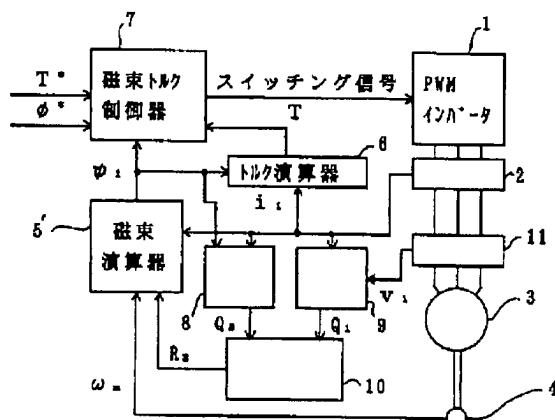
(54)【発明の名称】 誘導電動機の制御装置

(57)【要約】

【目的】 温度検出器を使用しないでも温度変動にロバストなトルク制御が可能な誘導電動機の制御装置を提供する。

【構成】 PWMインバータ1より電流検出器2と電圧検出器11とを介して誘導電動機3に電力を供給して、速度検出器4の速度と電流とから磁束演算器5とトルク演算器6とで磁束とトルクとを演算し、磁束トルク制御器7でそれらを制御する制御装置に、電流と電圧とから無効電力を演算する第1無効電力演算器9と、電流と磁束とから無効電力を演算する第2無効電力演算器8と、それらの出力の差を零とするように磁束演算器5'に使用する二次抵抗値R<sub>2</sub>を調整する二次抵抗調整器10とで構成されている。

【効果】 誘導電動機の温度変動で二次抵抗値が変動しても、本発明の誘導電動機の制御装置により二次抵抗値を修正することにより、正確な磁束やトルクが演算でき、高精度なトルク制御が可能となる。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 可変周波数・可変電圧の交流を出力する電力変換器と、該電力変換器によって駆動されるかご形誘導電動機と、該電動機の速度を検出する速度検出手段と、前記電動機の一次電流を検出してベクトル変換する電流検出手段と、前記速度検出手段出力の速度と前記電流検出手段出力の一次電流ベクトルとを入力して前記電動機の出力トルクを制御するために前記電力変換器を制御する信号を出力するトルク制御器とからなる誘導電動機の制御装置において、  
前記誘導電動機の一次電圧を検出または推定してベクトル変換する電圧検出手段と、前記速度検出手段出力の速度と前記電流検出手段出力の一次電流ベクトルとより前記誘導電動機の二次抵抗値を用いて磁束ベクトルを演算する磁束演算手段と、前記電圧検出手段出力の一次電圧ベクトルと前記電流検出手段出力の一次電流ベクトルとの外積で無効電力を演算する第1無効電力演算手段と、前記磁束演算手段出力の磁束ベクトルの微分値と前記電流検出手段出力の一次電流ベクトルとの外積で無効電力を演算する第2無効電力演算手段と、前記第1および第2無効電力演算手段の出力の和を前記トルク制御器に供給する。

$$\mathbf{i}_1 = \mathbf{i}_{1u} + j \mathbf{i}_{1q}$$

$$= \{(2/3)^{1/2}(\mathbf{i}_{1u} - \mathbf{i}_{1v}/2 - \mathbf{i}_{1w}/2)\} + j \{(i_{1v} - i_{1w})/2^{1/2}\} \dots (1)$$

より変換して磁束演算器5に出力する。ここで  $i_{1u}$ ,  $i_{1v}$ ,  $i_{1w}$  は各相の一次電流であり、 $\mathbf{i}_{1u}$ ,  $\mathbf{i}_{1q}$  は電流ベクトル  $\mathbf{i}_1$  の各成分である。

【0004】磁束演算器5は、(2)式により二次鎖交※

$$\psi_2 = \int \{ (M/L_2) R_2 \mathbf{i}_1 - (R_2/L_2) \psi_2 + j \omega_m \psi_2 \} dt \dots (2)$$

$$\psi_1 = (M/L_2) \psi_2 + (L_1 - M^2/L_2) \mathbf{i}_1 \dots (3)$$

ここで、 $L_1$  は誘導電動機の一次自己インダクタンス、 $L_2$  は二次自己インダクタンス、 $M$  は相互インダクタンス、 $R_2$  は二次抵抗値である。なお、(2)式、(3)★

$$\begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 + p L_1 & p M \\ (p - j \omega_m) M & R_2 + (p - j \omega_m) L_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{i}_1 \\ \mathbf{i}_2 \end{bmatrix} \dots (4)$$

の2行目と、鎖交磁束ベクトルの定義式である

【数4】

$$\psi_1 = L_1 \mathbf{i}_1 + M \mathbf{i}_2 \dots (5)$$

$$\psi_2 = M \mathbf{i}_1 + L_2 \mathbf{i}_2 \dots (6)$$

より導かれる。ここで  $\mathbf{v}_1$  は一次電圧ベクトルであり、★

★式は誘導電動機の特性方程式である

【数3】

★ $R_1$  は一次抵抗値であって、 $p = d/dt$  である。

【0005】トルク演算器6は、一次鎖交ベクトル  $\psi_1$  と一次電流ベクトル  $\mathbf{i}_1$  よりの外積演算の(7)式で演算して算出する。

【数5】

$$T = |\psi_1 \times \mathbf{i}_1| = \psi_{1d} i_{1q} - \psi_{1q} i_{1d} \dots (7)$$

ここで  $\psi_{1d}$ ,  $\psi_{1q}$  と  $i_{1d}$ ,  $i_{1q}$  とはそれぞれ  $\psi_1$  と  $\mathbf{i}_1$  の各成分である。

【0006】磁束トルク制御器7は、一次鎖交ベクトル  $\psi_1$  の大きさとトルク  $T$  とがそれぞれの指令値  $\phi_1^*$  と  $T^*$  とに追従するようなスイッチング信号をPWMインバータ1に出力する。

【0007】

\* 2 無効電力演算手段の出力の無効電力の差が零となるよう調整された二次抵抗値を前記磁束演算手段に出力する二次抵抗調整手段とを具備することを特徴とする誘導電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、かご形誘導電動機のトルクと磁束とを制御する制御装置に関するものであり、特に二次抵抗値を補正して温度変化によるトルク変動を補償するものである。

【0002】

【従来の技術】図2は、誘導電動機のトルク制御の一例のブロック線図であり、図2を従来技術として以下に説明する。

【0003】PWMインバータ1は電流検出器2を介して誘導電動機3に電力を供給する。速度検出器4は、誘導電動機3の回転速度  $\omega_m$  を検出して磁束演算器5に出力する。また電流検出器2は誘導電動機の一次電流を検出し、d-qの静止座標上的一次電流ベクトル  $\mathbf{i}_1$  に

【数1】

※磁束ベクトル  $\psi_2$  を求め、それより一次鎖交ベクトル  $\psi_1$  を(3)式で求めて出力する。

【数2】

★式は誘導電動機の特性方程式である

【数3】

★ $R_1$  は一次抵抗値であって、 $p = d/dt$  である。

【0005】トルク演算器6は、一次鎖交ベクトル  $\psi_1$  と一次電流ベクトル  $\mathbf{i}_1$  よりの外積演算の(7)式で演算して算出する。

【数5】

【発明が解決しようとする課題】一次鎖交磁束ベクトル  $\psi_1$  の演算のため(3)式に用いる二次鎖交磁束ベクトル  $\psi_2$  は(2)式で演算されるが、これには二次抵抗値  $R_2$  が用いられている。この二次抵抗値  $R_2$  は、誘導電動機の温度によって変化するものであるが、一般にその検出が困難なためにある温度で代表される一定値  $R_{2e}$  が演算に用いられていた。よって誘導電動機の温度変化に

50

より、演算に用いる二次抵抗値  $R_{2e}$  と実際値とが異なると、それを用いて演算する二次鎖交磁束ベクトル、一次鎖交磁束ベクトル及び(7)式によるトルクの演算に誤差を生じることになり、それを用いてトルク制御を行うためにトルク演算精度が劣化することになる。

【0008】本発明は、前記の問題点を解決し、トルク演算精度を向上させることを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】前述の問題点を解決するために、誘導電動機の一次電圧を検出または推定してベクトル変換する電圧検出手段と、速度検出手段出力の速度と電流検出手段出力の一次電流ベクトルとより前記電動機の二次抵抗値を用いて磁束ベクトルを演算する磁束\*

$$Q_1 = | i_1 \times v_1 | = i_{1d} v_{1q} - i_{1q} v_{1d} \quad \dots (8)$$

の外積演算で無効電力  $Q_1$  を演算する。ここで(4)式  
の1行目と(5)式とから

$$v_1 = R_1 i_1 + p \psi_1 \quad \dots (9)$$

であるから、(8)式は

★ ★ 【数8】

$$Q_2 = | i_1 \times (R_1 i_1 + p \psi_1) |$$

$$= | i_1 \times p \psi_1 | = i_{1d} p \psi_{1d} - i_{1q} p \psi_{1q} \quad \dots (10)$$

となり、(10)式の演算を第2無効電力演算手段で演算して無効電力  $Q_2$  を出力する。ここで  $\psi_1$  は磁束演算手段において(2)式と(3)式とで演算されたものである。よって、 $\psi_1$  が正しく演算された場合は(8)式の  $Q_1$  と(10)式の  $Q_2$  とは等しくなるが、 $\psi_1$  の演算に用いる二次抵抗値  $R_2$  が実際値と異なると、 $Q_1 \neq Q_2$  となる。

★

$$0 = (p - j \omega_m) \psi_2 + (R_2 / L_2) (\psi_2 - M i_1) \quad \dots (11)$$

となる。電流の角周波数  $\omega$  で回転する  $\alpha - \beta$  座標に変換 30◆を(11)式に代入すると  
するために

【数11】

【数10】

$$\psi_2 = \psi_{2\alpha\beta} e^{j\omega t} \quad \dots (12)$$

$$i_1 = i_{1\alpha\beta} e^{j\omega t} \quad \dots (13)$$

◆

$$0 = (p + j \omega_s) \psi_{2\alpha\beta} + (R_2 / L_2) (\psi_{2\alpha\beta} - M i_{1\alpha\beta}) \quad \dots (14)$$

となる。ここで  $\omega_s$  はすべり角周波数であって  $\omega_s = \omega - \omega_m$  は直流量になるので、 $p = 0$  とすることができる。その結果

【外1】

【数12】

$$\psi_{2\alpha\beta} \text{ や } i_{1\alpha\beta} \quad * 40$$

$$\psi_{2\alpha\beta} = \{M / (1 + j \omega_s L_2 / R_2)\} i_{1\alpha\beta} \quad \dots (15)$$

※ 【数13】

となる。

【0013】(3)式を微分して

※

$$p \psi_2 = (M / L_2) p \psi_2 + \{L_1 - (M^2 / L_2) p\} i_1 \quad \dots (16)$$

ここで定常状態では

★ ★ 【数14】

$$p \psi_2 = j \omega \psi_{2\alpha\beta} e^{j\omega t} \quad \dots (17)$$

$$p i_1 = j \omega i_{1\alpha\beta} e^{j\omega t} \quad \dots (17)$$

… (17)

なので、(16)式に(17)、(15)、(13)式  
を代入すると

\*演算手段と、前記電圧検出手段出力の一次電圧ベクトルと前記電流検出手段出力の一次電流ベクトルとの外積で無効電力を演算する第1無効電力演算手段と、前記磁束演算手段出力の磁束ベクトルの微分値と前記電流検出手段出力の一次電流ベクトルとの外積で無効電力を演算する第2無効電力演算手段と、前記第1および第2無効電力演算手段の出力の無効電力の差が零となるように調整された二次抵抗値を前記磁束演算手段に出力する二次抵抗調整手段とを具備することを特徴とする。

【0010】

【作用】第1無効電力演算手段では、一次電圧ベクトル  $v_1$  と一次電流ベクトル  $i_1$  とから

【数6】

$$Q_1 = | i_1 \times v_1 | = i_{1d} v_{1q} - i_{1q} v_{1d} \quad \dots (8)$$

※ 【数7】

※

※

… (9)

★ ★ 【数8】

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

★

$$p\psi_1 = \frac{M}{L_2} \frac{j\omega M}{1 + j\omega_s L_2 / R_2} i_1 - j\omega \left( L_1 - \frac{M^2}{L_2} \right) i_1 \dots (18)$$

となる。これを(10)式に代入すると \* \* 【数16】

$$Q_2 = \left\{ \frac{M}{L_2} \frac{\omega M}{1 + \omega_s^2 L_2^2 / R_2^2} - \omega \left( L_1 - \frac{M^2}{L_2} \right) \right\} |i_1|^2 \dots (19)$$

となる。(8)式による無効電力 $Q_1$ は正しく演算され ※た

るので(19)式の $R_2$ を実際値である $R_{2c}$ に置き換え※ 【数17】

$$Q_1 = \left\{ \frac{M}{L_2} \frac{\omega M}{1 + \omega_s^2 L_2^2 / R_{2c}^2} - \omega \left( L_1 - \frac{M^2}{L_2} \right) \right\} |i_1|^2 \dots (20)$$

となる。(19)、(20)式より、 $\omega > 0$ の場合は、★逆である。

$R_2 > R_{2c}$ で $Q_2 > Q_1$ となり、 $R_2 < R_{2c}$ で $Q_2 < Q_1$  【0014】以上により二次抵抗調整手段では、

となる関係があることがわかる。また $\omega < 0$ の場合は★ 【数18】

$$R_2 = R_{2c} \{ 1 + K \int (Q_1 - Q_2) dt \} \dots (21)$$

の演算を行い、 $Q_2 = Q_1$ となるように磁束演算手段の ☆たは(21)式の代わりに

(2)式で用いる $R_2$ を調整する。ここでKは積分ゲイ 【数19】

ンであり、 $\omega > 0$ で $K > 0$ 、 $\omega < 0$ で $K < 0$ とする。ま☆

$$R_2 = R_{2c} \{ 1 + K \int (|Q_1| - |Q_2|) dt \} \dots (22)$$

や

◆ ◆ 【数20】

$$R_2 = R_{2c} \{ 1 + K \int (Q_1 / \omega - Q_2 / \omega) dt \} \dots (23)$$

でもよい。この場合のKは正の値のみとなる。

【0015】以上で $R_2 = R_{2c}$ となり、二次抵抗値の変動による磁束演算誤差やトルク演算誤差がなくなり、高精度なトルク制御ができる。

【0016】また以上の演算には一次抵抗値 $R_1$ を含んでいないので、温度変化による $R_1$ の変化の影響はない。

【0017】

\*30

$$\begin{aligned} v_1 &= v_{1u} + j v_{1v} \\ &= ((2/3)^{1/2} (v_{1u} - v_{1v}/2 - v_{1w}/2)) + j \{(v_{1v} - v_{1w})/2^{1/2}\} \dots (24) \end{aligned}$$

で変換して第1無効電力演算器9に出力する。第1無効電力演算器9では、一次電圧ベクトル $v_1$ と一次電流ベクトル $i_1$ とから(8)式を用いて無効電力 $Q_1$ を演算する。第2無効電力演算器8では、磁束演算器5'の出力の一次鎖交磁束ベクトル $\psi_1$ と一次電流ベクトル $i_1$ とから(10)式を用いて無効電力 $Q_2$ を演算する。二次抵抗調整器10は、それぞれの無効電力 $Q_1$ と $Q_2$ とを入力して(21)式の演算をした二次抵抗値 $R_2$ を磁束演算器5'に出力する。磁束演算器5'ではその二次抵抗値 $R_2$ を用いて一次鎖交磁束ベクトル $\psi_1$ を演算する。

【0019】

【発明の効果】誘導電動機の温度変動で二次抵抗値が変動しても、本発明で二次抵抗値を修正することにより、正確な磁束やトルクの演算ができ、高精度なトルク制御が可能となる。

【図面の簡単な説明】

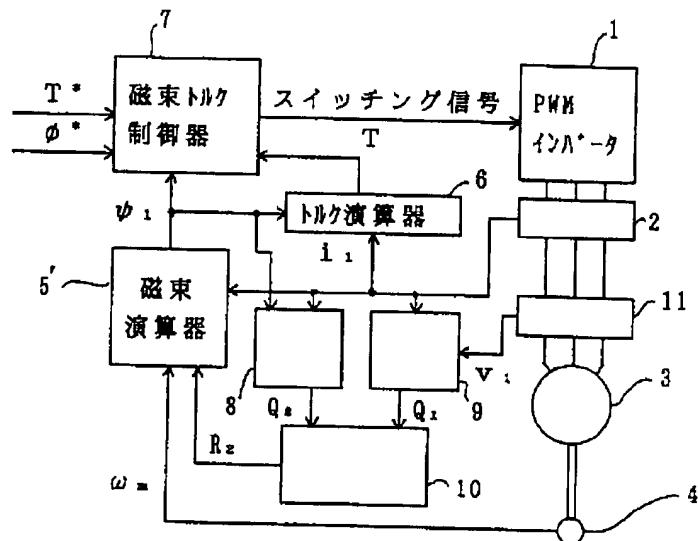
【図1】本発明による誘導電動機の制御装置の一実施例を表したブロック線図である。

【図2】従来技術の誘導電動機の制御装置の一例を表したブロック線図である。

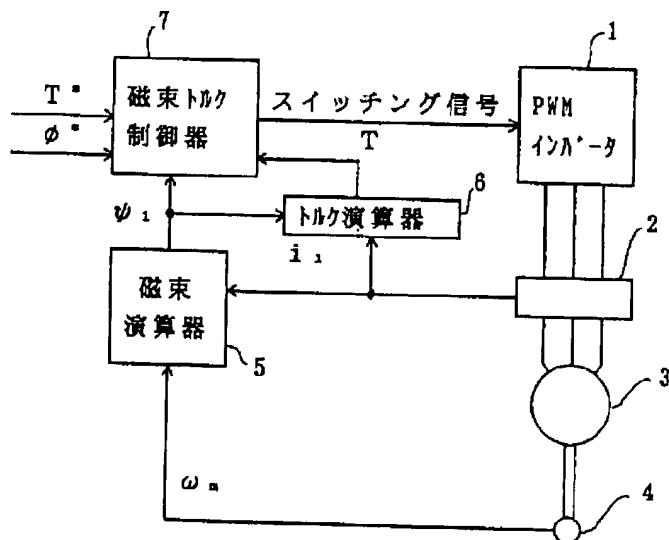
【符号の説明】

- 1 PWMインバータ
- 2 電流検出器
- 3 誘導電動機
- 4 速度検出器
- 5, 5' 磁束演算器
- 6 トルク演算器
- 7 磁束トルク制御器
- 8 第2無効電力演算器
- 9 第1無効電力演算器
- 10 二次抵抗調整器
- 11 電圧検出器

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 熊  
新潟県長岡市北山町4丁目463

(72)発明者 大森 洋一  
神奈川県大和市上草柳字扇野338番地1  
東洋電機製造株式会社技術研究所内